

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 3月17日

出願番号

Application Number:

特願2003-071712

[ST.10/C]:

[JP2003-071712]

出願人

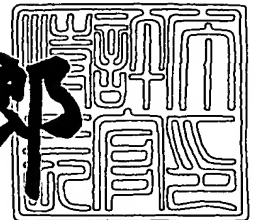
Applicant(s):

大日本スクリーン製造株式会社

2003年 4月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3030568

【書類名】 特許願

【整理番号】 P15-1720

【提出日】 平成15年 3月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/26

【発明者】

【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の  
1 大日本スクリーン製造株式会社内

【氏名】 幾見 優子

【特許出願人】

【識別番号】 000207551

【氏名又は名称】 大日本スクリーン製造株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005666

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に対して閃光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置であって、

- (a) 複数のフラッシュランプを有する光源と、
  - (b) 基板を保持する保持手段と、
  - (c) 前記光源から前記保持手段に保持された基板に向けて光を出射するとき、前記複数のフラッシュランプから出射される光を受光素子により受光し、受光した光の強度を計測する光強度計測手段と、
  - (d) 前記光強度計測手段による計測結果に基づいて、前記複数のフラッシュランプのそれぞれの発光状態を検出する発光状態検出手段と、
- を備え、

前記光強度計測手段は、

- (c-1) 前記複数のフラッシュランプから出射される光を導く複数の光導入部と、
  - (c-2) 前記複数の光導入部のそれぞれの端部のうち前記複数のフラッシュランプと対向する一端部の逆側に設けられた他端部と、前記受光素子との間に設けられ、前記一端部側から前記導入部に導かれて前記他端部から出射する前記複数のフラッシュランプの導入光を前記受光素子に結像させる結像部と、
- を有し、

前記結像部の分解能は、前記受光素子に結像される前記複数のフラッシュランプの前記導入光がそれぞれ識別可能に調整されていることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の熱処理装置において、

前記結像部は、前記導入光を拡散させる拡散板を有することを特徴とする熱処理装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の熱処理装置において、

前記結像部は、複数のレンズから構成されるレンズ群を有し、

前記拡散板は、前記レンズ群を挟んで前記受光素子と反対側に配設されていることを特徴とする熱処理装置。

【請求項4】 請求項2に記載の熱処理装置において、  
前記結像部は、複数のレンズから構成されるレンズ群を有し、  
前記拡散板は、前記レンズ群と前記受光素子との間に配設されていることを特徴とする熱処理装置。

【請求項5】 請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の熱処理装置において、

前記拡散板は、石英によって構成されており、前記導入光の入射面と出射面とは光拡散面を形成していることを特徴とする熱処理装置。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の熱処理装置において、

前記光導入部は、石英によって形成されていることを特徴とする熱処理装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体ウェハーやガラス基板等（以下、単に「基板」と称する）に光を照射することにより基板を熱処理する熱処理装置に関するもので、特に、複数の光導入部によって導かれた光をそれぞれ受光素子上に結像させる結像部の改良に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来より、イオン注入後の半導体ウェハーのイオン活性化工程においては、ハロゲンランプを使用したランプアニール装置等の熱処理装置が使用されている。このような熱処理装置においては、半導体ウェハーを、例えば、1000℃ないし1100℃程度の温度に加熱（アニール）することにより、半導体ウェハーのイオン活性化を実行している。そして、このような熱処理装置においては、ハロゲンランプより照射される光のエネルギーを利用することにより、毎秒数百度程度の速度で基板を昇温する構成となっている。また、このような光照射を利用し

た熱処理装置には、光センサによってランプの劣化を監視しているものもある（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

しかしながら、毎秒数百度程度の速度で基板を昇温する熱処理装置を使用して半導体ウェハのイオン活性化を実行した場合においても、半導体ウェハに打ち込まれたイオンのプロファイルがなまる、すなわち、熱によりイオンが拡散してしまうという現象が生ずることが判明した。このような現象が発生した場合においては、半導体ウェハの表面にイオンを高濃度で注入しても、注入後のイオンが拡散してしまうことから、イオンを必要以上に注入しなければならないという問題が生じていた。

【0004】

上述した問題を解決するため、キセノンフラッシュランプ等を使用して半導体ウェハの表面に閃光を照射することにより、イオンが注入された半導体ウェハの表面のみを極めて短時間（数ミリ秒以下）に昇温させる技術が提案されている（例えば、特許文献2，3参照）。キセノンフラッシュランプによる極短時間の昇温であれば、イオンが拡散するための十分な時間がないため、半導体ウェハに打ち込まれたイオンのプロファイルをなまらせることなく、イオン活性化のみを実行することができるのである。

【0005】

【特許文献1】

特開平11-135449号公報

【特許文献2】

特開昭59-169125号公報

【特許文献3】

特開昭63-166219号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、このようなキセノンフラッシュランプを複数配列したランプユニットの管理を全く行わないと、それらのうちの1本が劣化を起こしたとしてもラン

ブシステムの全体としてそれを検出することができず、劣化したランプ直下の光量が低下したまま半導体ウェハーの処理が続行されることとなる。その結果、面内の一部に処理異常が生じている半導体ウェハーが多量に生産されるという問題が生じることとなる。

## 【0007】

このため、キセノンフラッシュランプの管理が重要となるのであるが、キセノンフラッシュランプは電荷蓄積したコンデンサのエネルギーを一瞬で放電して閃光を放つものであるため、制御という概念が無く、ランプ管理自体が非常に困難であり、その手法が問題となっていた。

## 【0008】

キセノンフラッシュランプの管理手法として従来より多く用いられてきたのが処理済のウェハーを定期的にサンプリングして検査する間接管理方法である。具体的には、数ロットに1枚程度の処理済ウェハーを抜き出して表面のシート抵抗を計測することによって適切な熱処理がなされたか否かを検査するのである。しかしながら、この手法では、検査の結果異常が認められたとしても、検査間に処理された多くの半導体ウェハーにも処理異常が生じている可能性が高く、リスクが大きい。

## 【0009】

また、閃光照射時の電流特性を監視することによってフラッシュランプの異常を検出するという手法も提案されている。しかし、フラッシュランプの劣化の要因には、電極のスパッタに起因したガラス管の黒化など種々のものがあり、電流特性を監視してもこのような現象によるフラッシュランプの劣化までは検知することができない。

## 【0010】

そこで、本発明は、基板に対して閃光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置において、フラッシュランプの劣化を確実に安定に検出することができる熱処理装置を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1の発明は、基板に対して閃光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置であって、複数のフラッシュランプを有する光源と、基板を保持する保持手段と、前記光源から前記保持手段に保持された基板に向けて光を出射するときに、前記複数のフラッシュランプから出射される光を受光素子により受光し、受光した光の強度を計測する光強度計測手段と、前記光強度計測手段による計測結果に基づいて、前記複数のフラッシュランプのそれぞれの発光状態を検出する発光状態検出手段と、を備え、前記光強度計測手段は、前記複数のフラッシュランプから出射される光を導く複数の光導入部と、前記複数の光導入部のそれぞれの端部のうち前記複数のフラッシュランプと対向する一端部の逆側に設けられた他端部と、前記受光素子との間に設けられ、前記一端部側から前記導入部に導かれて前記他端部から出射する前記複数のフラッシュランプの導入光を前記受光素子に結像させる結像部と、を有し、前記結像部の分解能は、前記受光素子に結像される前記複数のフラッシュランプの前記導入光がそれぞれ識別可能に調整されていることを特徴とする。

## 【0012】

また、請求項2の発明は、請求項1に記載の熱処理装置において、前記結像部は、前記導入光を拡散させる拡散板を有することを特徴とする。

## 【0013】

また、請求項3の発明は、請求項2に記載の熱処理装置において、前記結像部は、複数のレンズから構成されるレンズ群を有し、前記拡散板は、前記レンズ群を挟んで前記受光素子と反対側に配設されていることを特徴とする。

## 【0014】

また、請求項4の発明は、請求項2に記載の熱処理装置において、前記結像部は、複数のレンズから構成されるレンズ群を有し、前記拡散板は、前記レンズ群と前記受光素子との間に配設されていることを特徴とする。

## 【0015】

また、請求項5の発明は、請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の熱処理装置において、前記拡散板は、石英によって構成されており、前記導入光の入射面と出射面とは光拡散面を形成していることを特徴とする。



【0016】

また、請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の熱処理装置において、前記光導入部は、石英によって形成されていることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0018】

<1. 熱処理装置の構成>

図1および図2は、本発明にかかる熱処理装置の構成を示す側断面図である。この熱処理装置は、キセノンフラッシュランプからの閃光によって半導体ウェハー等の基板の熱処理を行う装置である。

【0019】

この熱処理装置は、透光板61、底板62および一对の側板63、64からなり、その内部に半導体ウェハーWを収納して熱処理するためのチャンバー65を備える。チャンバー65の上部を構成する透光板61は、例えば、石英等の赤外線透過性を有する材料から構成されており、光源5から出射された光を透過してチャンバー65内に導くチャンバー窓として機能している。また、チャンバー65を構成する底板62には、後述する熱拡散板73および加熱プレート74を貫通して半導体ウェハーWをその下面から支持するための支持ピン70が立設されている。

【0020】

また、チャンバー65を構成する側板64には、半導体ウェハーWの搬入および搬出を行うための開口部66が形成されている。開口部66は、軸67を中心に回転するゲートバルブ68により開閉可能となっている。半導体ウェハーWは、開口部66が解放された状態で、図示しない搬送ロボットによりチャンバー65内に搬入される。また、チャンバー65内にて半導体ウェハーWの熱処理が行われるときには、ゲートバルブ68により開口部66が閉鎖される。

【0021】

チャンバー 6 5 は光源 5 の下方に設けられている。光源 5 は、複数（本実施の形態においては 2 7 本）のキセノンフラッシュランプ 6 9（以下、単に「フラッシュランプ 6 9」とも称する）と、リフレクタ 7 1 とを備える。複数のフラッシュランプ 6 9 は、それぞれが長尺の円筒形状を有する棒状ランプであり、それぞれの長手方向が水平方向に沿うようにして互いに平行に列設されている。リフレクタ 7 1 は、複数のフラッシュランプ 6 9 の上方にそれらの全体を被うように配設されている。

## 【 0 0 2 2 】

このキセノンフラッシュランプ 6 9 は、その内部にキセノンガスが封入されその両端部にコンデンサーに接続された陽極および陰極が配設されたガラス管と、該ガラス管の外局部に巻回されたトリガー電極とを備える。キセノンガスは電気的には絶縁体であることから、通常の状態ではガラス管内に電気は流れない。しかしながら、トリガー電極に高電圧を印加して絶縁を破壊した場合には、コンデンサーに蓄えられた電気がガラス管内に瞬時に流れ、そのときのジュール熱でキセノンガスが加熱されて光が放出される。このキセノンフラッシュランプ 6 9 においては、予め蓄えられていた静電エネルギーが 0. 1 ミリセカンドないし 1 0 ミリセカンドという極めて短い光パルスに変換されることから、連続点灯の光源に比べて極めて強い光を照射し得るという特徴を有する。本実施の形態では、熱処理装置にフラッシュランプ 6 9 から出射される光の強度を計測する機構（図 1 および図 2 では図示の便宜上省略）を設けているのであるがそれについてはさらに後述する。

## 【 0 0 2 3 】

光源 5 と透光板 6 1 との間には、光拡散板 7 2 が配設されている。この光拡散板 7 2 は、赤外線透過材料としての石英ガラスの表面に光拡散加工を施したものが使用される。

## 【 0 0 2 4 】

フラッシュランプ 6 9 から放射された光の一部は直接に光拡散板 7 2 および透光板 6 1 を透過してチャンバー 6 5 内へと向かう。また、フラッシュランプ 6 9 から放射された光の他の一部は一旦リフレクタ 7 1 によって反射されてから光拡

散板 7 2 および透光板 6 1 を透過してチャンバー 6 5 内へと向かう。

【 0 0 2 5 】

チャンバー 6 5 内には、加熱プレート 7 4 と熱拡散板 7 3 とが設けられている。熱拡散板 7 3 は加熱プレート 7 4 の上面に貼着されている。また、熱拡散板 7 3 の表面には、半導体ウェハー W の位置ずれ防止ピン 7 5 が付設されている。

【 0 0 2 6 】

加熱プレート 7 4 は、半導体ウェハー W を予備加熱（アシスト加熱）するためのものである。この加熱プレート 7 4 は、窒化アルミニウムにて構成され、その内部にヒータと該ヒータを制御するためのセンサとを収納した構成を有する。一方、熱拡散板 7 3 は、加熱プレート 7 4 からの熱エネルギーを拡散して半導体ウェハー W を均一に予備加熱するためのものである。この熱拡散板 7 3 の材質としては、サファイア（ $Al_2O_3$ ：酸化アルミニウム）や石英等の比較的熱伝導率が小さいものが採用される。

【 0 0 2 7 】

熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 は、モータ 4 0 の駆動により、図 1 に示す半導体ウェハー W の搬入・搬出位置と図 2 に示す半導体ウェハー W の熱処理位置との間を昇降する構成となっている。

【 0 0 2 8 】

すなわち、加熱プレート 7 4 は、筒状体 4 1 を介して移動板 4 2 に連結されている。この移動板 4 2 は、チャンバー 6 5 の底板 6 2 に釣支されたガイド部材 4 3 により案内されて昇降可能となっている。また、ガイド部材 4 3 の下端部には、固定板 4 4 が固定されており、この固定板 4 4 の中央部にはボールネジ 4 5 を回転駆動するモータ 4 0 が配設されている。そして、このボールネジ 4 5 は、移動板 4 2 と連結部材 4 6、4 7 を介して連結されたナット 4 8 と螺合している。このため、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 は、モータ 4 0 の駆動により、図 1 に示す半導体ウェハー W の搬入・搬出位置と図 2 に示す半導体ウェハー W の熱処理位置との間を昇降することができる。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示す半導体ウェハー W の搬入・搬出位置は、図示しない搬送ロボットを

使用して開口部 66 から搬入した半導体ウェハ W を支持ピン 70 上に載置し、あるいは、支持ピン 70 上に載置された半導体ウェハ W を開口部 66 から搬出することができるように、熱拡散板 73 および加熱プレート 74 が下降した位置である。この状態においては、支持ピン 70 の上端は、熱拡散板 73 および加熱プレート 74 に形成された貫通孔を通過し、熱拡散板 73 の表面より上方に突出する。

#### 【0030】

一方、図 2 に示す半導体ウェハ W の熱処理位置は、半導体ウェハ W に対して熱処理を行うために、熱拡散板 73 および加熱プレート 74 が支持ピン 70 の上端より上方に上昇した位置である。熱拡散板 73 および加熱プレート 74 が図 1 の搬入・搬出位置から図 2 の熱処理位置に上昇する過程において、支持ピン 70 に載置された半導体ウェハ W は熱拡散板 73 によって受け取られ、その下面を熱拡散板 73 の表面に支持されて上昇し、チャンバー 65 内の透光板 61 に近接した位置に水平姿勢にて保持される。逆に、熱拡散板 73 および加熱プレート 74 が熱処理位置から搬入・搬出位置に下降する過程においては、熱拡散板 73 に支持された半導体ウェハ W は支持ピン 70 に受け渡される。

#### 【0031】

半導体ウェハ W を支持する熱拡散板 73 および加熱プレート 74 が熱処理位置に上昇した状態においては、それらに保持された半導体ウェハ W と光源 5 との間に透光板 61 が位置することとなる。なお、このときの熱拡散板 73 と光源 5 との間の距離についてはモータ 40 の回転量を制御することにより任意の値に調整することが可能である。

#### 【0032】

また、チャンバー 65 の底板 62 と移動板 42 との間には筒状体 41 の周囲を取り囲むようにしてチャンバー 65 を気密状態に維持するための伸縮自在の蛇腹 77 が配設されている。熱拡散板 73 および加熱プレート 74 が熱処理位置まで上昇したときには蛇腹 77 が収縮し、熱拡散板 73 および加熱プレート 74 が搬入・搬出位置まで下降したときには蛇腹 77 が伸長してチャンバー 65 内の雰囲気と外部雰囲気とを遮断する。

## 【0033】

チャンバー65における開口部66と反対側の側板63には、開閉弁80に連通接続された導入路78が形成されている。この導入路78は、チャンバー65内に処理に必要なガス、例えば不活性な窒素ガスを導入するためのものである。一方、側板64における開口部66には、開閉弁81に連通接続された排出路79が形成されている。この排出路79は、チャンバー65内の気体を排出するためのものであり、開閉弁81を介して図示しない排気手段と接続されている。

## 【0034】

上述したように、この熱処理装置にはフラッシュランプ69から出射される光の強度を計測する機構が設けられている。図3は、光強度計測機構の概略構成を示す図である。また、図4は、図3中の結像部30の構成を示す図である。この光強度計測機構は、主としてフラッシュランプ69から出射された光を導く複数の光ファイバー20と、受光した光の強度を電気信号として出力するCCD (Charge Coupled Device) 25と、対応する光ファイバー20を介して導かれた各フラッシュランプ69の光のそれぞれをCCD25のCCDセル36上に結像させる結像部30と、CCD25から出力された電気信号を解析するコンピュータ10とにより構成される。

## 【0035】

各光ファイバー20のそれぞれの両端部のうち一端部はリフレクタ71に固設されている。図5はフラッシュランプ69に対する光ファイバー20の配設状態を示す図である。また、図6はリフレクタ71への光ファイバー20の取付態様を示す拡大図である。図5に示すように、本実施の形態では1本のフラッシュランプ69に対して3本の光ファイバー20を配設している。すなわち、フラッシュランプ69は長尺の円筒形状を有する棒状ランプであり、光ファイバー20の端面が各フラッシュランプ69の中央部および両端部のそれぞれに対向するように構成されている。従って、光源5に27本のフラッシュランプ69が設けられているとすると、リフレクタ71には計81本の光ファイバー20が取り付けられることとなる。具体的な取付態様は図6に示すように、リフレクタ71におけるフラッシュランプ69の直上部分に光ファイバー20の径よりも若干大きな穴

を穿設し、その穴に光ファイバー 20 の一端部を挿通させた状態にて取付治具 21 により光ファイバー 20 を固定する。光ファイバー 20 の材質は石英製の石英ファイバーであり、フラッシュランプ 69 からの強烈なフラッシュ光に対しても耐性を備えている。

## 【0036】

図 5 および図 6 に示すようにして複数の、例えば 81 本の光ファイバー 20 をリフレクタ 71 に取り付けることにより、それら光ファイバー 20 の端面が 27 本のフラッシュランプ 69 の中央部および両端部に対向する。そしてこの状態でフラッシュランプ 69 が閃光を出射すると、出射された光は各光ファイバー 20 の端面に入射して該光ファイバー 20 によって導かれることとなる。このように、各光ファイバー 20 は、複数のフラッシュランプ 69 の対応する部分（フラッシュランプ 69 の中央部、一端部または他端部）から出射される光を導く光導入部として機能する。

## 【0037】

一方、各光ファイバー 20 の他端部はファイバー固定治具 22 に固設されている。複数の光ファイバー 20 のファイバー固定治具 22 への接続態様（配列）は CCD 25 の形状に応じて任意のものとすれば良い。例えば、81 本の光ファイバー 20 を一列に並べても良いし、矩形状に配列して並べても良い。本実施の形態では、フラッシュランプ 69 の中央部、一端部および他端部のそれぞれに対向する光ファイバー 20 を 27 本ずつ 3 列に並べてファイバー固定治具 22 に固設している。このように、ファイバー固定治具 22 は、各光ファイバー 20 の端部のうち一方の端部（他端部）を所定の接続態様に配列して固定する固定部として使用される。

## 【0038】

なお、各フラッシュランプ 69 に対向する一端面から入射し、対応する光ファイバー 20 内を導かれて、当該光ファイバー 20 の他端面から出射する光（以下、「導入光」とも呼ぶ）がファイバー固定治具 22 に遮られることなく出射されることは勿論である。

## 【0039】

結像部 30 は、ファイバー固定治具 22 と CCD 25 との間に配置されており、複数のレンズ（第 1 および第 2 のレンズ 31、32）によって各光ファイバー 20 によって導かれたフラッシュランプ 69 の光を CCD 25 の CCD セル 36 上に結像される光学ユニットである。図 4 に示すように、結像部 30 は、主として、ファイバー固定治具 22 側に配設された第 1 のレンズ 31 と、CCD セル 36 側に配設された第 2 のレンズ 32 と、フラッシュランプ 69 から出射されて各光ファイバー 20 に導かれた導入光を拡散する光拡散板 34 とから構成されている。

## 【0040】

第 1 のレンズと第 2 のレンズは、光拡散板 34 を透過した導入光を CCD 25 の CCD セル 36 上に結像するのに使用されるレンズ群であり、図 4 に示すように、これら第 1 および第 2 のレンズ 31、32 の間には、フィルター 33 が配設されている。

## 【0041】

フィルター 33 としては、その目的に応じて種々のものを採用することができる。例えば、光ファイバー 20 から出射される光が強すぎる場合には ND フィルター、所定のスペクトルに絞りたい場合にはバンドパスフィルターを採用すれば良い。例えば、フラッシュ加熱に大きく寄与する紫外線側のスペクトルに限ってモニタを行いたい場合には、紫外線側スペクトルに絞るバンドパスフィルターを採用する。また、フィルター 33 として蛍光塗料を塗布したフィルター等を採用することができる。

## 【0042】

光拡散板 34 は、ファイバー固定治具 22 から光拡散板 34 に向けて進行する導入光をその内部を透過させつつ拡散する部材であり、図 4 に示すように、第 1 および第 2 のレンズ 31、32 の直径と同一またはそれ以上の大きさを有する円形の平板部材、または、一辺の長さが第 1 および第 2 のレンズ 31、32 の直径と同一またはそれ以上の大きさを有する正方形、または長方形の平板部材である。

## 【0043】

また、図4に示すように、光拡散板34は、複数の光ファイバー20の他端部を固定するファイバー固定治具22と第1のレンズ31との間であって、その中心位置が第1のレンズ31のレンズ中心と第2のレンズ32のレンズ中心を結ぶ直線付近となるように配設されている。

## 【0044】

本実施の形態の光拡散板34は、例えば石英のように光を透過する材料によって形成されており、導入光の入射面および出射面のそれぞれを表面を粗く研磨することによって、当該導入光が様々な方向に拡散するようにしている。すなわち、光拡散板34の入射面と出射面とは、それぞれ導入光を拡散させる光拡散面を形成している。これにより、光拡散板34を入射・透過する導入光は様々な方向に拡散しつつ進行して第1のレンズ31に入射することになる。

## 【0045】

なお、本実施の形態の光拡散板34は、入射面および出射面は、表面粗さ(Ra)が0.10~1.16( $\mu\text{m}$ ) (好ましくは、0.10~0.15( $\mu\text{m}$ ))となるようにそれぞれ研磨されている。

## 【0046】

CCD25は、フォトダイオードを平面状に並べたものであり、蓄積された入光に比例した電気量を取り出す受光素子であり、受光した光の強度を計測する際に使用される。CCD25は結像部30を挟んでファイバー固定治具22と逆側に配置されており、81本の光ファイバー20から出射されて、光拡散板34、第1のレンズ31、フィルター33および第2のレンズ32を透過した光を単一のCCD25にて受光することができる。なお、CCD25に代わる受光素子としてCMOSセンサ(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等を採用するようにしても良い。

## 【0047】

CCD制御回路27は、CCD25に蓄積された電荷の読み出しを制御する回路である。CCD制御回路27によってCCD25から読み出された電気信号は、信号線35を介してコンピュータ10に伝達される。コンピュータ10は熱処理装置に付設されているものであり、そのハードウェアとしての構成は一般的な



コンピュータと同様である。

【0048】

図7は、コンピュータ10の構成を示すブロック図である。コンピュータ10は、各種演算処理を行うCPU11、基本プログラムを記憶する読み出し専用のメモリであるROM12、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリであるRAM13および制御用ソフトウェアやデータなどを記憶しておく磁気ディスク14をバスライン19に接続して構成されている。また、バスライン19にはA/Dコンバータ15が接続されている。A/Dコンバータ15は、CCD制御回路27によってCCD25から読み出されたアナログの電気信号をデジタルに変換する回路である。

【0049】

さらに、バスライン19には、表示部16および入力部17が電氣的に接続されている。表示部16は、例えば液晶ディスプレイ等を用いて構成されており、処理結果やレシピ内容等の種々の情報を表示する。入力部17は、例えばキーボードやマウス等を用いて構成されており、コマンドやパラメータ等の入力を受け付ける。装置のオペレータは、表示部16に表示された内容を確認しつつ入力部17からコマンドやパラメータ等の入力を行うことができる。なお、表示部16と入力部17とを一体化してタッチパネルとして構成するようにしても良い。

【0050】

以上のような構成により、本実施の形態ではフラッシュランプ69から出射される光を光ファイバー20の一端部に導くとともに、光ファイバー20の他端部から出射される導入光を結像部30によってCCD25のCCDセル36に結像することにより、各フラッシュランプ69から出射される光の強度を計測し、得られた計測結果をコンピュータ10により解析することができる。

【0051】

<2. 熱処理動作>

次に、本発明にかかる熱処理装置による半導体ウェハWの熱処理動作について説明する。この熱処理装置において処理対象となる半導体ウェハWは、イオン注入後の半導体ウェハである。

## 【0052】

この熱処理装置においては、熱拡散板73および加熱プレート74が図1に示す半導体ウェハ－Wの搬入・搬出位置に配置された状態にて、図示しない搬送ロボットにより開口部66を介して半導体ウェハ－Wが搬入され、支持ピン70上に載置される。半導体ウェハ－Wの搬入が完了すれば、開口部66がゲートバルブ68により閉鎖される。しかる後、熱拡散板73および加熱プレート74がモータ40の駆動により図2に示す半導体ウェハ－Wの熱処理位置まで上昇し、半導体ウェハ－Wを水平姿勢にて保持する。また、開閉弁80および開閉弁81を開いてチャンバー65内に窒素ガスの気流を形成する。

## 【0053】

熱拡散板73および加熱プレート74は、加熱プレート74に内蔵されたヒータの作用により予め所定温度に加熱されている。このため、熱拡散板73および加熱プレート74が半導体ウェハ－Wの熱処理位置まで上昇した状態においては、半導体ウェハ－Wが加熱状態にある熱拡散板73と接触することにより予備加熱され、半導体ウェハ－Wの温度が次第に上昇する。

## 【0054】

この状態においては、半導体ウェハ－Wは熱拡散板73により継続して加熱される。そして、半導体ウェハ－Wの温度上昇時には、図示しない温度センサにより、半導体ウェハ－Wの表面温度が予備加熱温度T1に到達したか否かを常に監視する。

## 【0055】

なお、この予備加熱温度T1は、例えば200℃ないし600℃程度の温度である。半導体ウェハ－Wをこの程度の予備加熱温度T1まで加熱したとしても、半導体ウェハ－Wに打ち込まれたイオンが拡散してしまうことはない。

## 【0056】

やがて、半導体ウェハ－Wの表面温度が予備加熱温度T1に到達すると、フラッシュランプ69を点灯してフラッシュ加熱を行う。このフラッシュ加熱工程におけるフラッシュランプ69の点灯時間は、0.1ミリセカンドないし10ミリセカンド程度の時間である。このように、フラッシュランプ69においては、予

め蓄えられていた静電エネルギーがこのように極めて短い光パルスに変換されることから、極めて強い閃光が照射されることになる。

## 【0057】

このようなフラッシュ加熱により、半導体ウェハーWの表面温度は瞬間的に温度T2に到達する。この温度T2は、1000℃ないし1100℃程度の半導体ウェハーWのイオン活性化処理に必要な温度である。半導体ウェハーWの表面がこのような処理温度T2にまで昇温されることにより、半導体ウェハーW中に打ち込まれたイオンが活性化される。

## 【0058】

このとき、半導体ウェハーWの表面温度が0.1ミリセカンドないし10ミリセカンド程度の極めて短い時間で処理温度T2まで昇温されることから、半導体ウェハーW中のイオン活性化は短時間で完了する。従って、半導体ウェハーWに打ち込まれたイオンが拡散することなく、半導体ウェハーWに打ち込まれたイオンのプロファイルがなまるという現象の発生を防止することが可能となる。なお、イオン活性化に必要な時間はイオンの拡散に必要な時間に比較して極めて短いため、0.1ミリセカンドないし10ミリセカンド程度の拡散が生じない短時間であってもイオン活性化は完了する。

## 【0059】

また、フラッシュランプ69を点灯して半導体ウェハーWを加熱する前に、加熱プレート74を使用して半導体ウェハーWの表面温度を200℃ないし600℃程度の予備加熱温度T1まで加熱していることから、フラッシュランプ69により半導体ウェハーWを1000℃ないし1100℃程度の処理温度T2まで速やかに昇温させることが可能となる。

## 【0060】

フラッシュ加熱工程が終了した後に、熱拡散板73および加熱プレート74がモータ40の駆動により図1に示す半導体ウェハーWの搬入・搬出位置まで下降するとともに、ゲートバルブ68により閉鎖されていた開口部66が解放される。そして、支持ピン70上に載置された半導体ウェハーWが図示しない搬送ロボットにより搬出される。以上のようにして、一連の熱処理動作が完了する。

## 【0061】

## ＜3. 光強度監視動作＞

以上のような一連の熱処理工程において、本実施の形態ではフラッシュランプ 69 から出射される光の強度を監視している。以下その光強度監視動作について説明する。

## 【0062】

上述したフラッシュ加熱時にフラッシュランプ 69 から閃光が出射されると、その光の一部が光ファイバー 20 によって受光される。このときに、各フラッシュランプ 69 の中央部および両端部のそれぞれに光ファイバー 20 の端面が対向しているため、各フラッシュランプ 69 の中央部および両端部それぞれの箇所から出射された光が個別に受光されることとなる。受光された光は光ファイバー 20 によって導かれて出射され、光拡散板 34、第 1 のレンズ 31、フィルター 33 および第 2 のレンズ 32 を通過して CCD 25 により受光される。

## 【0063】

次に、各光ファイバー 20 の他端部から出射される導入光のそれぞれが、CCD セル 36 上に結像されることによって読み出される電気信号の強度について説明する。なお、以下では、結像部 30 に光拡散板 34 を配設した場合と、配設しない場合とで CCD セル 36 上に結像される導入光の像に応じて CCD 25 から読み出される電気信号の強度がどのように相違するか比較しつつ説明する。

## 【0064】

図 8、図 9 は、光拡散板 34 を使用しない場合の結像部 130 の構成を示す図である。図 11 は、光拡散板 34 を使用しない場合、すなわち、結像部 130 によって CCD セル 36 上に導入光の像が結像される場合、当該導入光の像に応じて CCD 25 から読み出される電気信号の強度波形の例を示す図である。

## 【0065】

また、図 12 は、光拡散板 34 を使用した場合、すなわち、図 4 に示す結像部 30 によって結像される導入光の像に応じて CCD 25 から読み出される電気信号の強度波形の例を示す図である。

## 【0066】

なお、図11および図12において、横軸はCCD25のCCDセル36の位置を示し、縦軸はCCD25から出力された電気信号の強度を示している。また、図中P1～P6は、各光ファイバー20から出射された光（正確には当該光ファイバー20が対向するフラッシュランプ69の所定部位から出射された光）の中心に位置するセル位置を示している。

## 【0067】

また、セル位置P1はフラッシュランプ69aの中心部から出射された光の中心に位置するセル位置である。同様に、セル位置P2はフラッシュランプ69bの中心部、セル位置P3はフラッシュランプ69cの中心部、セル位置P4はフラッシュランプ69dの中心部、セル位置P5はフラッシュランプ69eの中心部、セル位置P6はフラッシュランプ69fの中心部から出射された光の中心に位置するセル位置である。このように、単一のCCD25によって複数のフラッシュランプ69のそれぞれから出射される光の強度を計測することができる。

## 【0068】

また、フラッシュランプ69a～フラッシュランプ69fは光源5に設けられた27本のフラッシュランプ69のうちの1本である（以降、特に区別を必要としないときは単にフラッシュランプ69とする）。

## 【0069】

拡散板を使用しない場合、各フラッシュランプ69から出射され、対応する光ファイバー20を進行して当該光ファイバー20の他端部から出射される導入光138a（図8参照）は、第1のレンズ131に向けてあらゆる方向に発散する。すなわち、導入光138aは、各光ファイバー20の中心部付近から放射状に発散したものとなる。また、ファイバー固定治具22と第1のレンズ131との間には障害物がないため、導入光は、あらゆる方向に直線的に進行する。したがって、導入光138aは、第1および第2のレンズ131、132によって効率的に集光することができる。そのため、集光状態によっては、結像部130によって結像される導入光138aの像の中心部付近が、CCD25に設けられた受光素子の最小単位である1つのCCDセル36より小さな領域に集光して結像することとなる。

## 【0070】

このような場合、導入光の像の中心部付近の領域が、例えば、図8に示す導入光138aの結像領域139aのようになる場合と、図9に示す導入光138bの結像領域139bのようになる場合とで、CCDセル36に蓄積される電荷に相違が生じる。すなわち、図8に示す結像領域139aに導入光の像の中心部領域が領域139aに結像する場合、導入光138aの光エネルギー（光強度）は、1つのCCDセル36aによって電気量に変換されることとなる。一方、図9に示す領域139bに導入光の像の中心部領域が領域139bに結像する場合、領域139bの光エネルギーは、2つのCCDセル36b、36cによって電気量に変換されることになる。

## 【0071】

したがって、導入光の中心部の結像する領域が、1つのCCDセル36内に含まれる場合と、2つのCCDセル36に跨る場合とで、当該CCDセル36から取り出される電気信号の強度に相違が生じる。すなわち、導入光の中心部領域の結像位置によってCCDセル36から取り出される電気信号の強度がばらつくこととなる。その結果、導入光の中心部領域が結像する位置によって、図11に示す各位置P1～P6における出力強度（すなわち、最大出力強度）が大きく変化することとなる。

## 【0072】

一方、光拡散板34を使用する場合、各フラッシュランプ69から出射され、対応する光ファイバー20を進行して当該光ファイバー20の他端部から出射される導入光38（図10参照）は、光拡散板34に向けてあらゆる方向に発散する。すなわち、ファイバー固定治具22と光拡散板34との間には障害物がないため、導入光は、あらゆる方向に直線的に進行する。

## 【0073】

次に、導入光が光拡散板34に到達すると、導入光は、表面を粗くするため研磨された光拡散板34の入射面に入射して拡散して、一部は反射し、その残りは光拡散板34に透過する。そして、光拡散板34に透過した導入光は、光拡散板34の出射面から第1のレンズ31に向けて出射する際に、再度、拡散される。

このように、光拡散板 34 は、導入光 38 を拡散させることによって当該導入光 38 の進行方向を変化させる機能を有する。そのため、光拡散板 34 から出射して第 1 のレンズ 31 に入射する導入光は、光拡散板 34 を使用しなかった場合のように各光ファイバー 20 の中心部から放射状に発散したものとならない。

## 【0074】

そのため、光拡散板 34 を出射して第 1 のレンズ 31 の表面に入射した導入光 38 の中心部領域を第 1 および第 2 のレンズ 31 によって CCD セル 36 に結像させる場合、導入光 38 の中心部付近の像は、光拡散板 34 を使用しない場合と比較して広くなり、複数の CCD セル 36（図 10 の場合、4 つの CCD セル 36 d ~ 36 g）に結像する。そして、そのうち 2 つの CCD セル 36 e、36 f について、導入光 38 の中心部付近の象は、セル全体に結像することとなる。その結果、CCD セル 36 e、36 f では、安定して導入光 38 の光エネルギー（光強度）を変換して電気信号の強度として取り出すことができることとなり、光拡散板 34 を使用しない場合と比較して、図 12 に示す各位置 P1 ~ P6 における出力強度（すなわち、最大出力強度）を安定して計測することができ、出力強度のバラツキを抑制して出力強度の繰り返し再現性を向上させることができる。

## 【0075】

以上のように、光拡散板 34 を使用する場合、光拡散板 34 を使用しない場合と比較して、結像部 30 の集光度が低下する（すなわち、導入光 38 の中心部領域の像の大きさが大きくなる）こととなり、中心部領域の像の光エネルギー（光強度）が、平均化されることとなる。すなわち、光拡散板 34 を使用したときの図 12 の各位置 P1 ~ P6 付近の出力強度分布は、光拡散板 34 を使用しないときの図 11 の出力強度分布と比較して、各位置 P1 ~ P6 のピーク位置（最大出力強度位置）が識別可能な程度に平均化されており、光拡散板 34 によって各位置 P1 ~ P6 が識別可能な程度に結像部 30 の分解能を低下させている。

## 【0076】

そのため、各光ファイバー 20 から出射される導入光 38 の中心部領域の像に対応する電気信号の強度（出力強度）は、光拡散板 34 を使用しない場合と比較して、各位置 P1 ~ P6 を識別可能な程度に平均化されたものとなり、各位置 P

1～P6における最大出力強度の値のバラツキが抑制されて繰り返し再現性が向上することとなる。

## 【0077】

そこで、本発明では、以上のことを踏まえ、図4（図10）に示すような光拡散板34を有する結像部30を使用することによって光強度の監視を行っている。

## 【0078】

図13および図14は、CCD25から出力された電気信号の強度波形の例を示す図である。図13および図14において、横軸はCCD25のセル位置を示し、縦軸はCCD25から出力された電気信号の強度を示している。また、図中P1～P6は、図11、図12と同様に、各光ファイバー20から出射された光（正確には当該光ファイバー20が対向するフラッシュランプ69の所定部位から出射された光）の中心に位置するセル位置を示している。

## 【0079】

図13に示す波形F<sub>n</sub>は、チャンバー65内にて熱拡散板73および加熱プレート74によって熱処理位置に保持された半導体ウェハWへの照射状態が所定の基準を満足するときの複数のフラッシュランプ69のそれぞれから出射される光の強度を示している。「照射状態が所定の基準を満足するとき」とは、例えば半導体ウェハW上の照度のバラツキが所定の範囲内に収まっているときである。このような状態は、熱処理装置の設置時やメンテナンス時等に各フラッシュランプ69の調整等が行われることにより実現される。そして、メンテナンス完了時等に上述した「照射状態が所定の基準を満足するとき」の複数のフラッシュランプ69のそれぞれから出射される光の強度が予め測定され、コンピュータ10は、その光強度を示す波形F<sub>n</sub>を磁気ディスク14に格納しておく。

## 【0080】

なお、半導体ウェハWへの照射状態が所定の基準を満足するときに、各フラッシュランプ69から出射される光の強度自体は必ずしも均一にならなくて良い。すなわち、図13の波形F<sub>n</sub>に示すように、フラッシュランプ69a～フラッシュランプ69fから出射される光の強度がばらついていたとしても、結果とし



て半導体ウェハ－W上の照度のバラツキが所定の範囲内に収まっていれば良く、そのときのフラッシュランプ69から出射される光の強度を示す波形F<sub>n</sub>が標準発光強度としてコンピュータ10に予め記憶されるのである。

## 【0081】

一方、図14に示す波形G<sub>n</sub>は、実際に処理対象となるある半導体ウェハ－Wへのフラッシュ加熱を行うときの複数のフラッシュランプ69のそれぞれから出射される光の強度を示している。フラッシュ加熱を行うときには必ずフラッシュランプ69が発光し、その都度フラッシュランプ69から出射された光がCCD25によって受光され、波形G<sub>n</sub>が得られるのである。すなわち、処理対象となる半導体ウェハ－Wに光照射を行うごとに、27本のフラッシュランプ69のそれぞれから出射される光の強度を示す波形G<sub>n</sub>が取得されるのである。

## 【0082】

そして、コンピュータ10のCPU11は、波形G<sub>n</sub>が得られるごとに標準発光強度である波形F<sub>n</sub>と波形G<sub>n</sub>とを比較して27本のフラッシュランプ69のそれぞれの発光状態を検出するのである。具体的には、CPU11がG<sub>n</sub>/F<sub>n</sub>の演算を実行する。このことは、標準発光強度である波形F<sub>n</sub>による正規化を行うことを意味している。

## 【0083】

図15は、図14に示す波形G<sub>n</sub>に対する図13に示す標準発光強度である波形F<sub>n</sub>の強度比を示す図である。同図に示すように、セル位置P1およびセル位置P5における波形G<sub>n</sub>の強度が標準発光強度である波形F<sub>n</sub>よりも低下している。このことはフラッシュランプ69a、69eから出射される光の強度が波形F<sub>n</sub>を取得したときよりも低下していること、つまりフラッシュランプ69a、69eの劣化を意味している。特に、セル位置P1における強度比が大きく低下しており、フラッシュランプ69aの劣化の程度が大きいことが明らかである。

## 【0084】

本実施の形態では、CPU11が光源5に設けられた27本のフラッシュランプ69のうちの少なくとも1本についての図15に示す強度比が0.98以下となったか否かを判断し、0.98以下となった時点で当該フラッシュランプ69

が劣化している旨の警告を発する。警告としては、例えばCPU11が表示部16に警告メッセージを表示するようにすれば良い。

## 【0085】

また、CPU11が光源5に設けられた27本のフラッシュランプ69のうちの少なくとも1本についての図15に示す強度比が0.95以下となったか否かを判断し、0.95以下となった時点で熱処理装置を停止する。上記の例では、フラッシュランプ69aについての強度比が0.95以下となっているため、CPU11はフラッシュランプ69aの劣化の程度が激しいと判断して熱処理装置を停止する。また、仮にフラッシュランプ69aについての強度比が正常であったとしても、フラッシュランプ69eについての強度比が0.98以下となっていたときには、CPU11はフラッシュランプ69eの劣化が進行していると判断して表示部16に警告メッセージを表示する。

## 【0086】

なお、図15に示す強度比がどの程度まで低下した時点で異常対応処理を行うかは、予め実験等によって強度比がどの程度まで低下した時点で半導体ウェハ－W上の照度分布の均一性が損なわれるかを調査した上で設定しておけば良い。

## 【0087】

熱処理装置が停止したときにはフラッシュランプ69の交換等を行う。好ましくは、警告が発せられた段階でフラッシュランプ69の交換等を行う。そして、このようなメンテナンスを行い、半導体ウェハ－W上の照度のバラツキが所定の範囲内に収まった時点で、複数のフラッシュランプ69のそれぞれから出射される光の強度をCCD25によって測定し、その波形F<sub>n</sub>を新たな標準発光強度としてコンピュータ10に記憶させる。

## 【0088】

## &lt;4. 本実施の形態の熱処理装置の利点&gt;

以上のように、本実施の形態の熱処理装置では、各フラッシュランプ69のそれぞれの発光状態を検出することによって、フラッシュランプ69から出射される光の強度を監視している。そのため、従来の熱処理装置のように、定期的なサンプリングや電流特性のモニタリングといった間接的なランプ管理ではなく、フ

フラッシュランプ 69 から出射される光を直接受光してその強度を測定することによって各フラッシュランプ 69 の発光状態を検出しているため、直接的なランプ管理が可能となり、フラッシュランプ 69 の劣化を確実に検出することができる。

## 【0089】

また、本実施の形態の熱処理装置では、光拡散板 34 を有する結像部 30 によって光ファイバー 20 から出射される導入光を CCD 25 の CCD セル 36 に結像させて電気信号の強度を計測することにより、当該電気信号の強度のバラツキを抑制することができる。したがって、半導体ウェハー W へのフラッシュ加熱を行うときの複数のフラッシュランプ 69 のそれぞれから出射される光の強度と標準発光強度との強度比によって各フラッシュランプ 69 の照射状態を判断する場合、強度比のバラツキを抑制することができる。そのため、強度比の繰り返し再現性を向上させることができ、各フラッシュランプ 69 の照射状態を正確に把握することができる。

## 【0090】

## &lt;5. 変形例&gt;

以上、本発明の実施の形態について説明したが、この発明は上記の例に限定されるものではない。

## 【0091】

本実施の形態の光拡散板 34 は、入射面および出射面は、表面粗さ (Ra) が 0.10~1.16 ( $\mu\text{m}$ ) となるようにそれぞれ研磨されているが、これに限定されるものでなく、CCD セル 36 の大きさによって定まる CCD 25 の分解能や、第 1 および第 2 のレンズ 31、32 による集光状態に応じて当該入射面および出射面の表面粗さを設定する。例えば、CCD セルの大きさが本実施の形態の CCD セル 36 より小さく分解能が高い場合は、入射面および出射面の表面粗さを、本実施の形態の表面粗さより小さくしてもよい。

## 【0092】

また、本実施の形態において、光拡散板 34 は、第 1 のレンズ 31 とファイバー固定治具 22 との間に配設されているが、これに限定されるものでなく、第 2

のレンズ32とCCD25との間に配設してもよい。さらに、本実施の形態において、光拡散板34は結像部30に1枚配設されているが、複数であってもよい。

【0093】

また、本実施の形態において、光拡散板34は、結像部30内に配設されているが、これに限定されるものでなく、結像部30の外部（例えばファイバー固定治具22付近）に配設してもよい。

【0094】

また、本実施の形態において、光拡散板34として石英製のものが使用されているが、これに限定されるものでなく、例えば、アクリル製のものであってもよい。

【0095】

また、本実施の形態では、光拡散板34を使用することによって、各位置P1～P6のピーク位置が識別可能な程度に結像部30の分解能を低下させているが、これに限定されるものでない。例えば、CCD25上の各位置P1～P6（図12、図14参照：最大出力強度位置）を判別可能ならば、結像部30とCCD25との距離を変化させることにより、CCD25の位置が結像部30の合焦点位置とならないように、すなわち、各導入光38の像がジャストフォーカスしないようにして結像部30の分解能を低下させてもよい。この場合、CCDセル36上に結像される各導入光38の中心部領域の像の光エネルギー（光強度）は、CCD25の位置が結像部30の合焦点位置となる場合と比較して平均化されるため、CCD25から取り出される電気信号の強度のバラツキを抑制することができる。

【0096】

【発明の効果】

請求項1から請求項5に記載の発明によれば、結像部の分解能は、受光素子上に結像される導入光の像がそれぞれ識別可能に調整されており、受光素子に結像される各導入光の像の光強度を平均化することができる。そのため、光強度計測手段による計測結果の繰り返し再現性を向上させることができ、その結果、当該

計測結果に基づいて検出される各複数のフラッシュランプのそれぞれの発光状態の検出結果の再現性を向上させ、発光状態を正確に判断することができる。

【0097】

特に、請求項2に記載の発明によれば、拡散板を使用して導入光を拡散させることにより、各導入光の進行方向を変更し、結像される各導入光の像の光強度を平均化することができる。そのため、複数のフラッシュランプのそれぞれの発光状態を正確に判断することができる。

【0098】

特に、請求項3に記載の発明によれば、結像部のレンズ群に入射前の導入光を拡散板によって拡散することができるため、複数のフラッシュランプのそれぞれの発光状態を正確に判断することができる。

【0099】

特に、請求項4に記載の発明によれば、結像部のレンズ群から出射する導入光を拡散板によって拡散することができるため、複数のフラッシュランプのそれぞれの発光状態を正確に判断することができる。

【0100】

特に、請求項5に記載の発明によれば、拡散板の入射面と出射面とにおいて、導入光を拡散することができるため、受光素子に結像される各導入光の像の光強度を平均化することができる。

【0101】

特に、請求項6に記載の発明によれば、光導入部は石英ファイバによって構成されているため、複数のフラッシュランプから出射される光を効率的かつ安定して結像部に対して導入することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明にかかる熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図2】

本発明にかかる熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図3】

光強度計測機構の概略構成を示す図である。

【図 4】

本発明の結像部の構成を示す図である。

【図 5】

フラッシュランプに対する光ファイバーの配設状態を示す図である。

【図 6】

リフレクタへの光ファイバーの取付態様を示す拡大図である。

【図 7】

コンピュータの構成を示すブロック図である。

【図 8】

拡散板を使用しない場合の結像部の構成を示す図である。

【図 9】

拡散板を使用しない場合の結像部の構成を示す図である。

【図 1 0】

本発明の結像部の構成を示す図である。

【図 1 1】

拡散板を使用しない場合における C C D から出力された電気信号の強度波形の例を示す図である。

【図 1 . 2】

拡散板を使用した場合における C C D から出力された電気信号の強度波形の例を示す図である。

【図 1 3】

標準発光強度の波形の例を示す図である。

【図 1 4】

実測された発光強度の波形の例を示す図である。

【図 1 5】

図 1 4 に示す波形に対する図 1 3 に示す標準発光強度である波形の強度比を示す図である。

【符号の説明】

5 光源

10 コンピュータ

20 光ファイバー

21 取付治具

22 ファイバー固定治具

25 CCD

27 制御回路

30、130 結像部

31、131 第1のレンズ

32、132 第2のレンズ

33、133 フィルター

34 光拡散板

35 信号線

36 CCDセル

38、138a、138b 導入光

65 チャンバー

69 フラッシュランプ

71 リフレクタ

72 光拡散板

73 熱拡散板

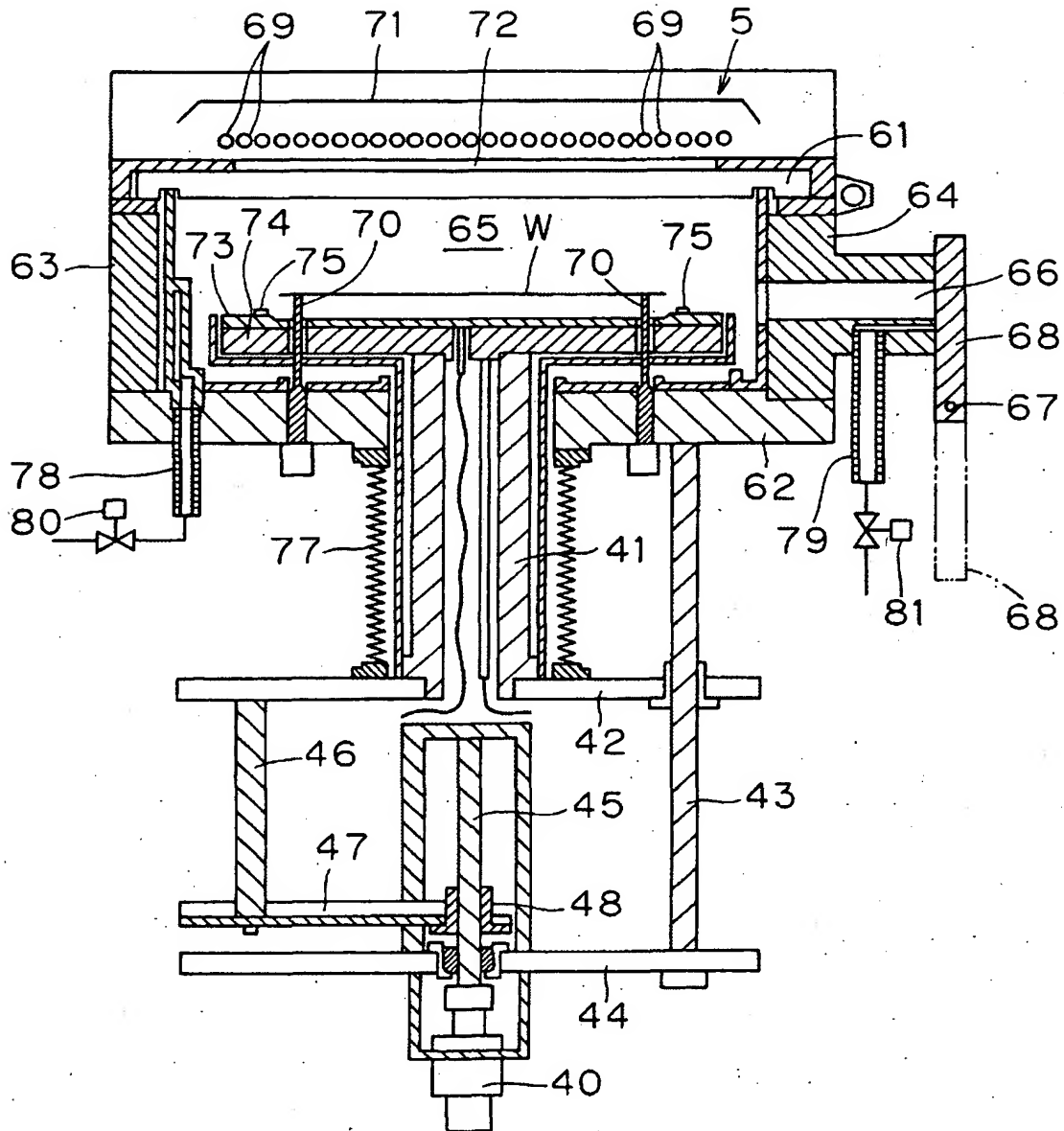
74 加熱プレート

P1、P2、P3、P4、P5、P6 セル位置

W 半導体ウェハー

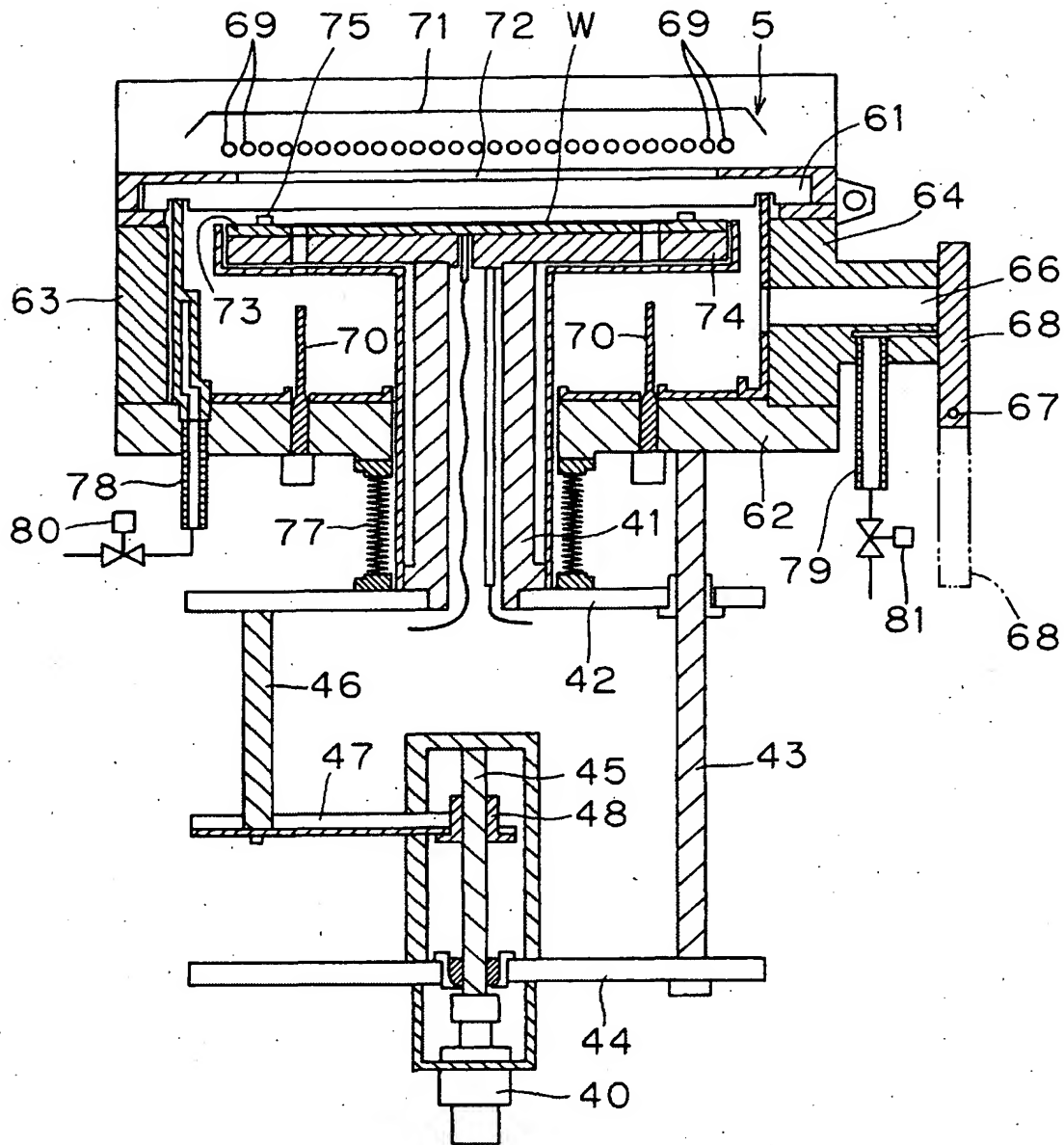
【書類名】 図面

【図 1】

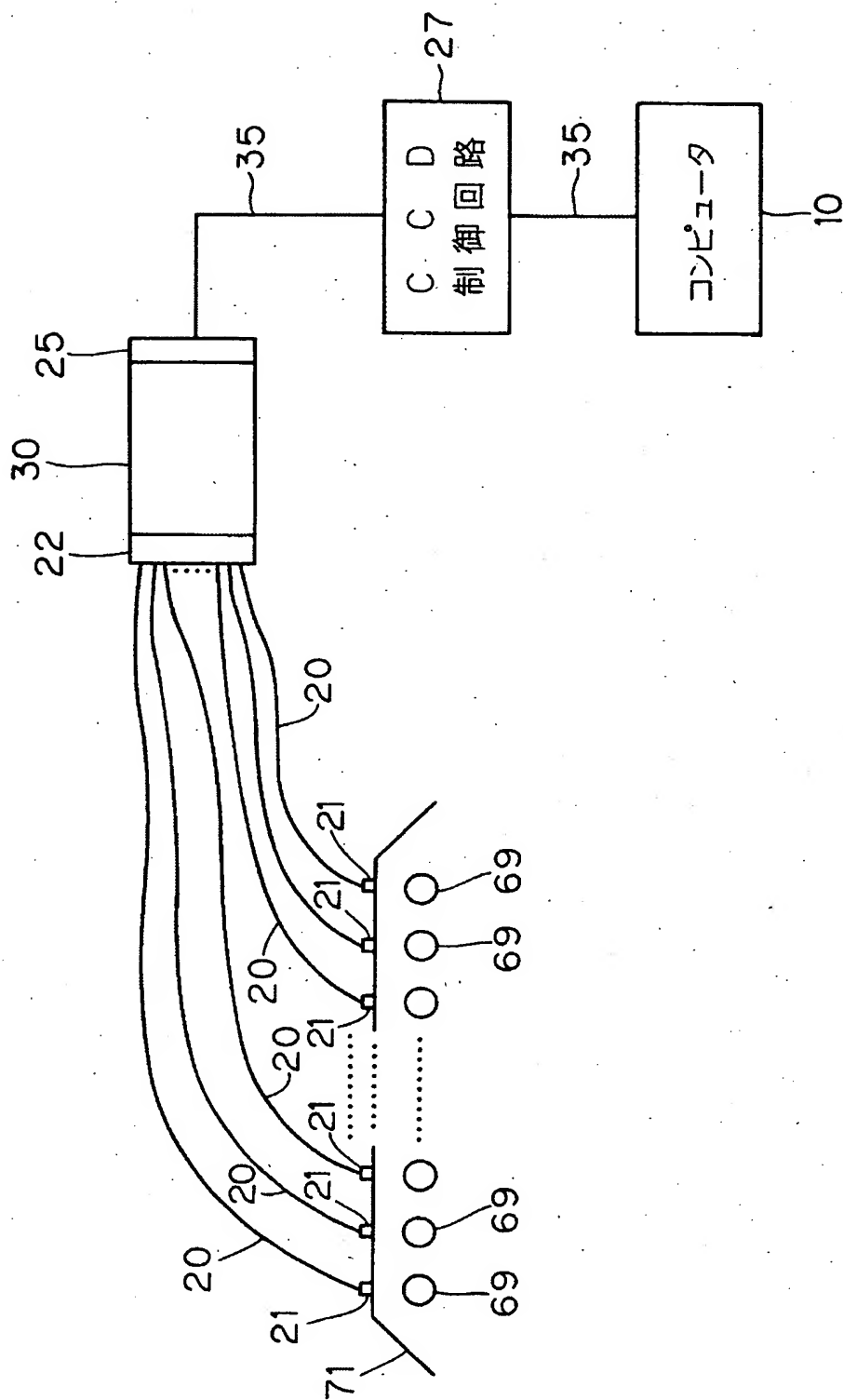




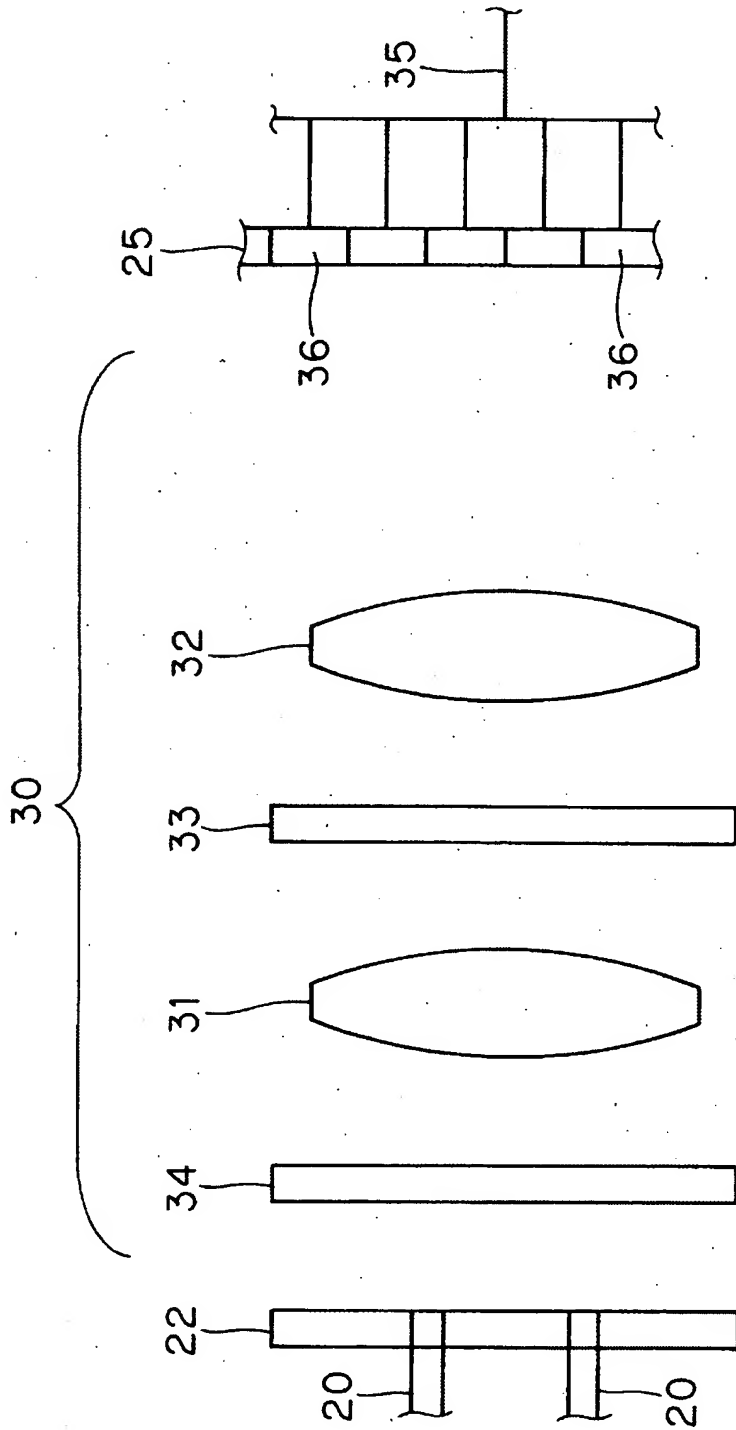
【図2】



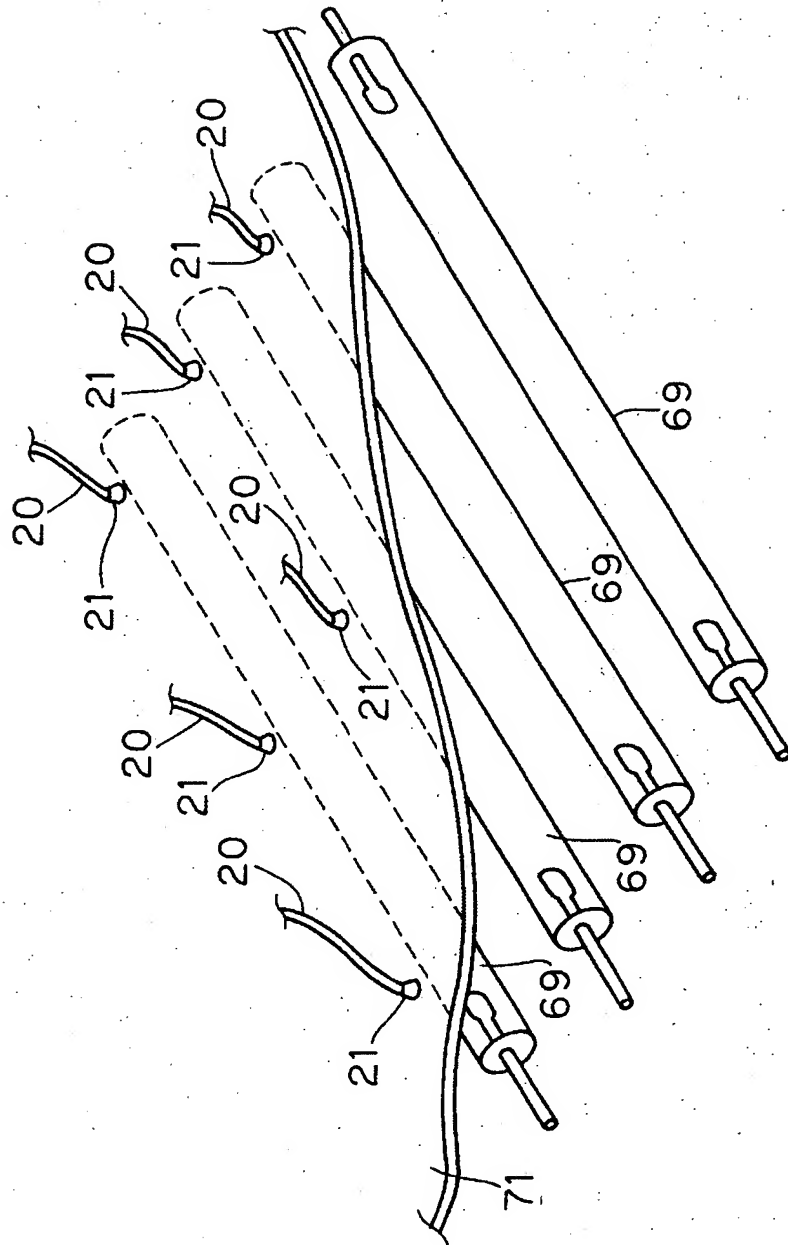
【図 3】



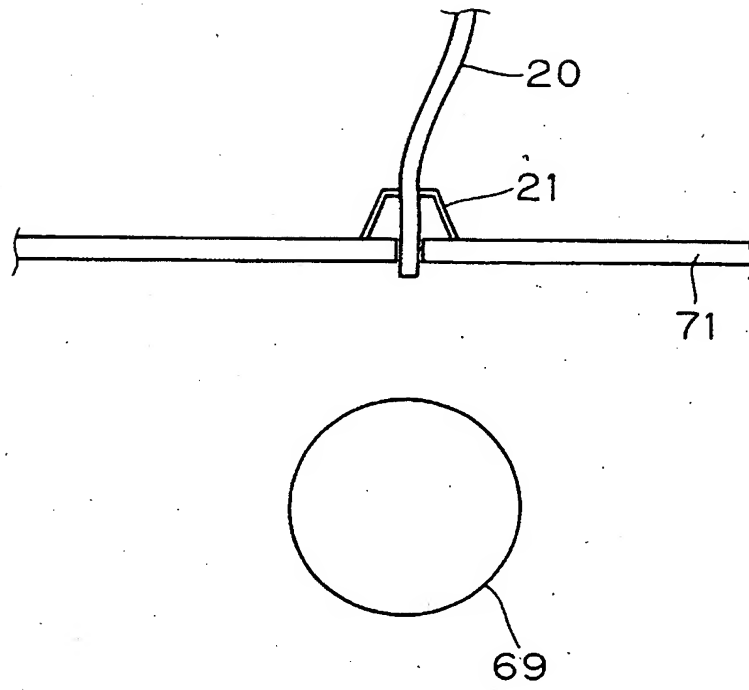
【図4】



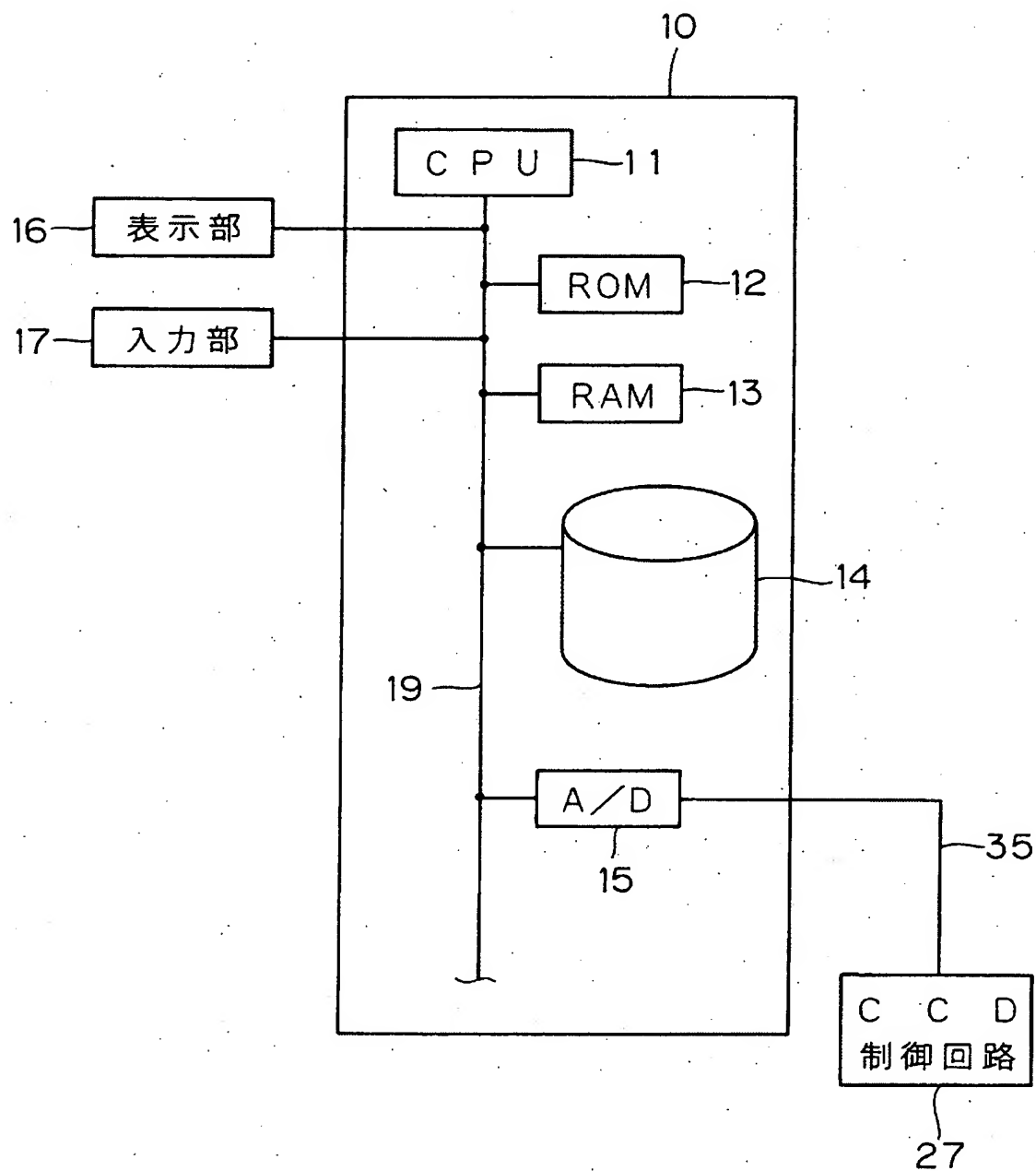
【図5】



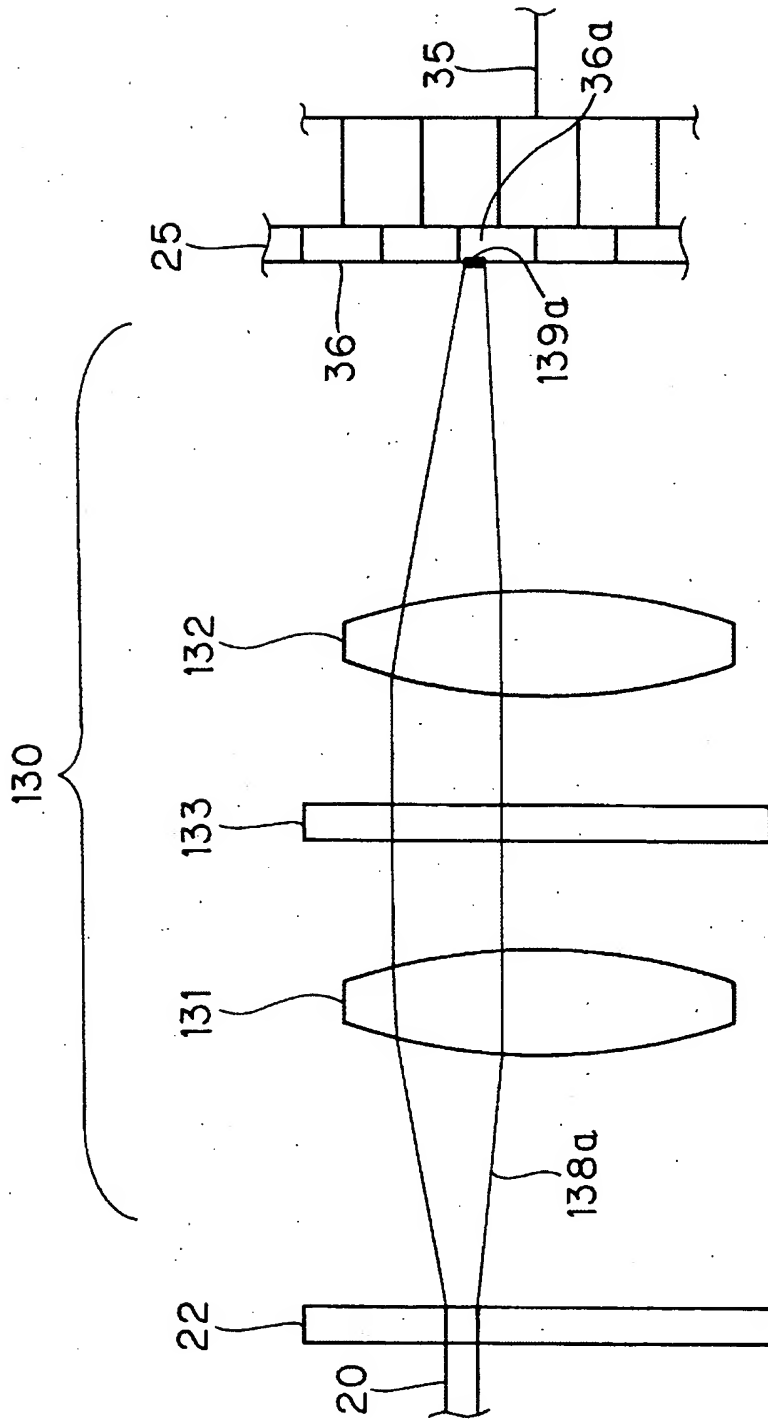
【図6】



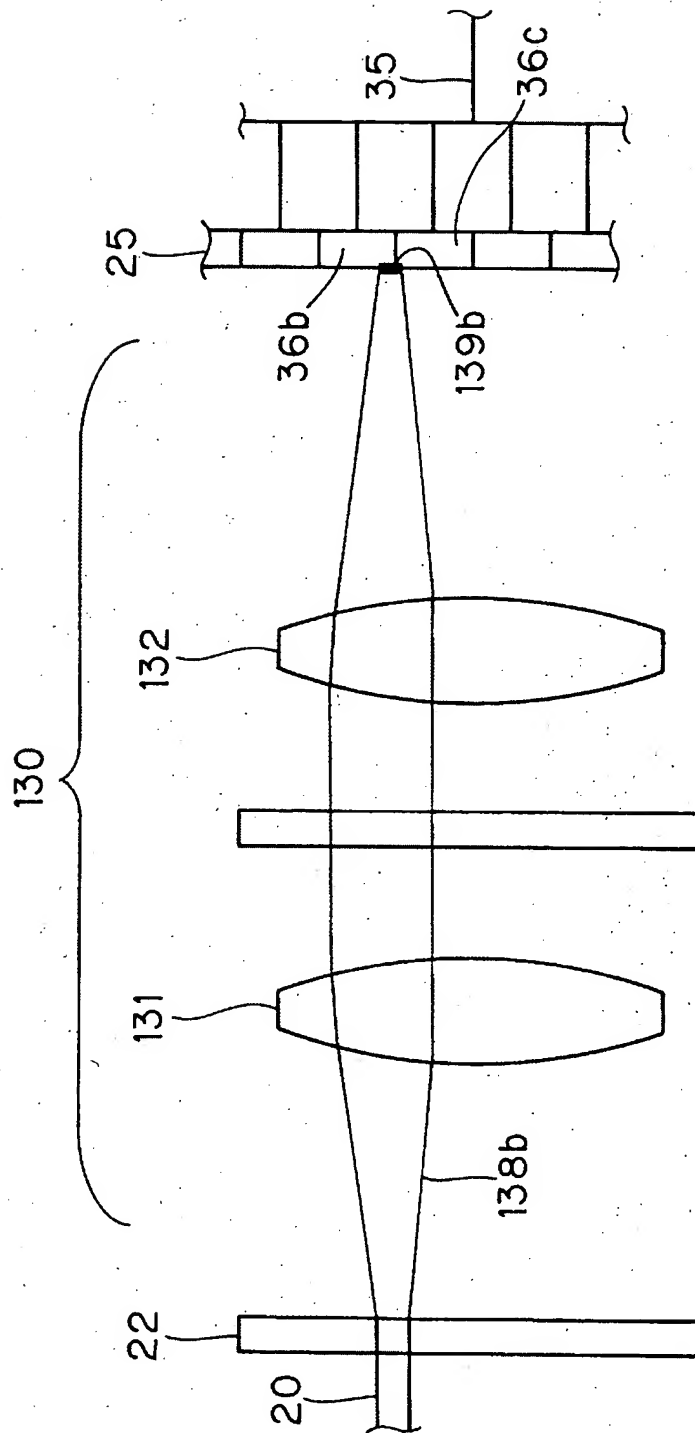
【図 7】



【図 8】

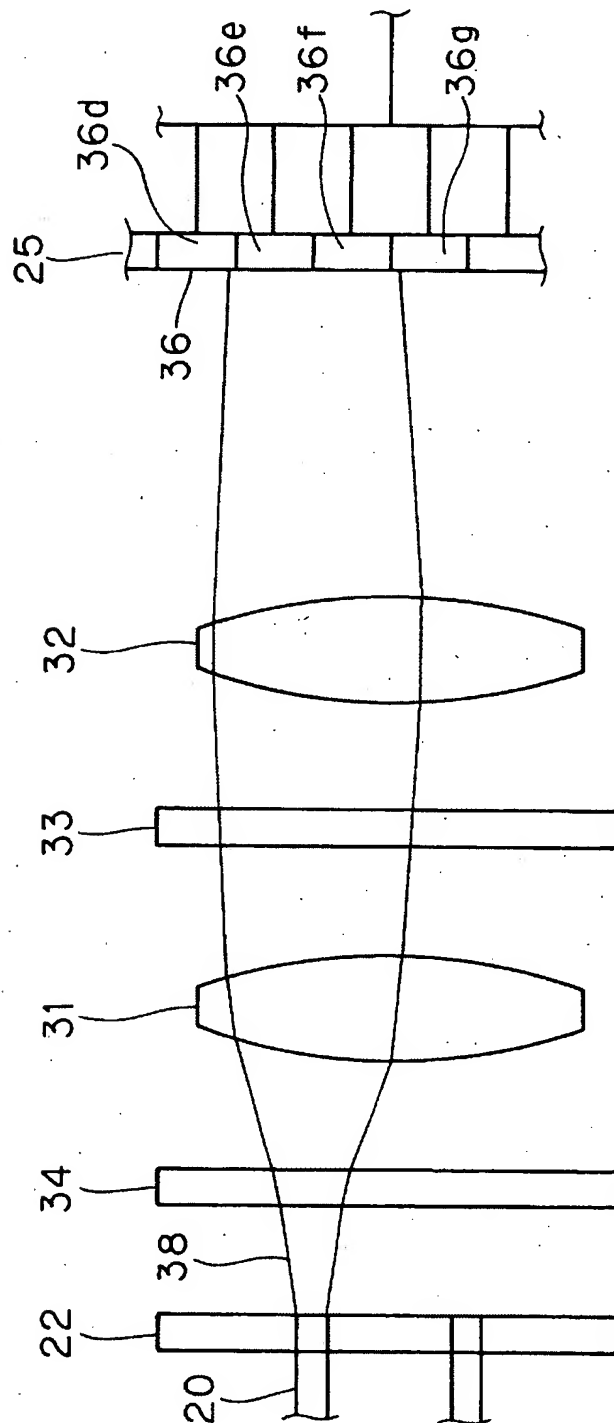


【図 9】

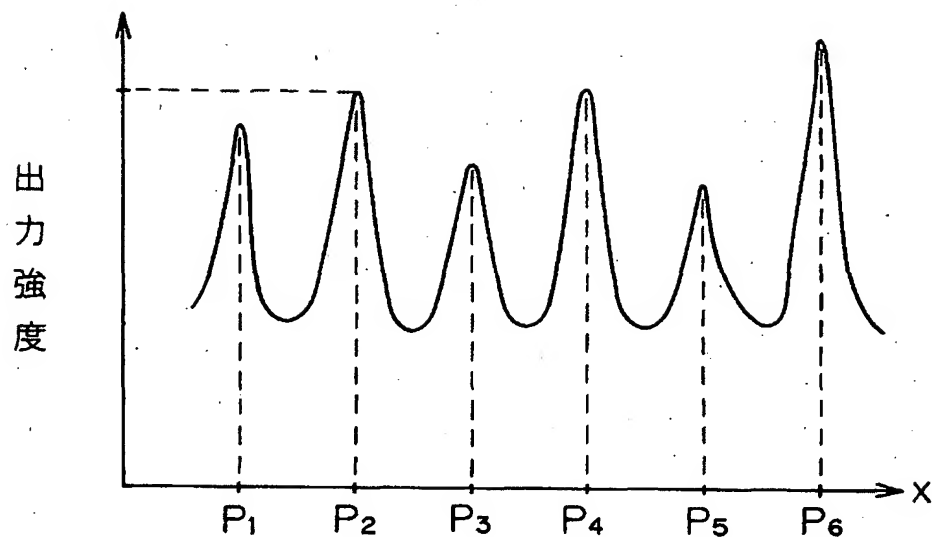




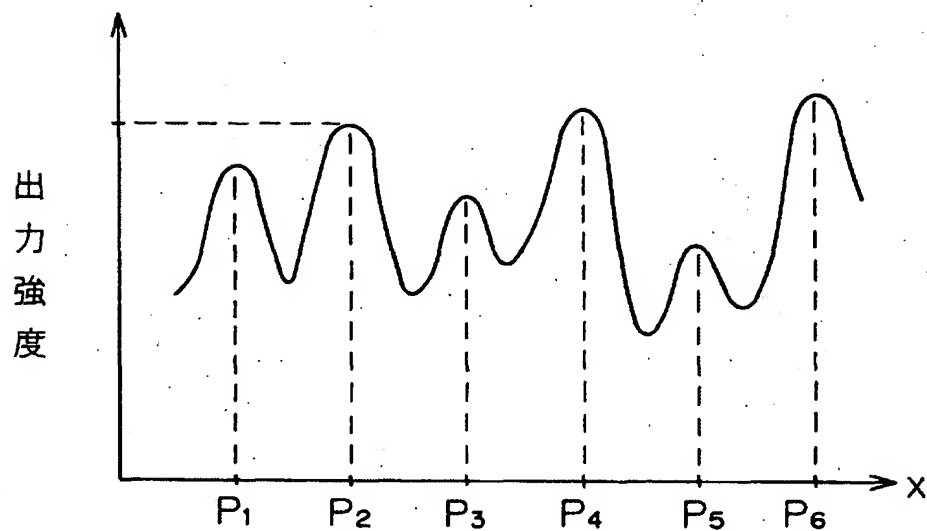
【図 10】



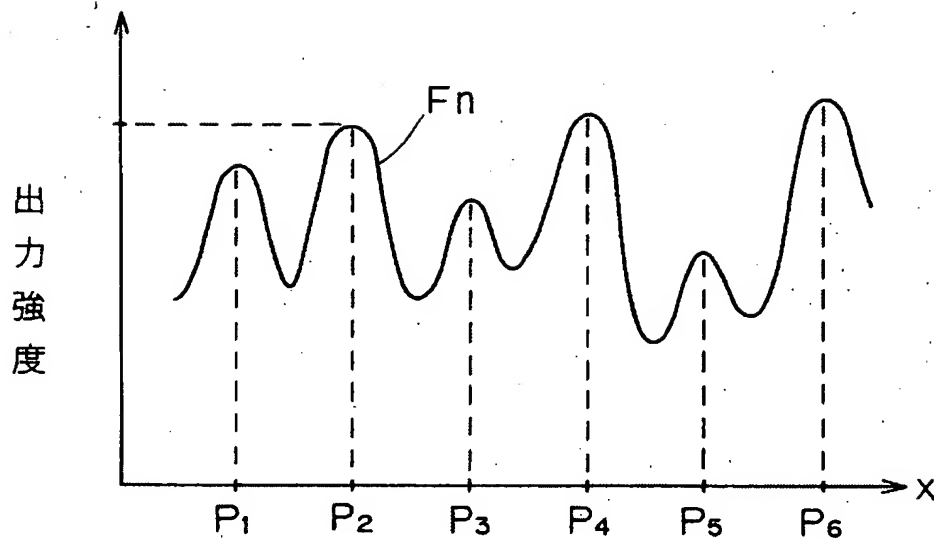
【図 1 1】



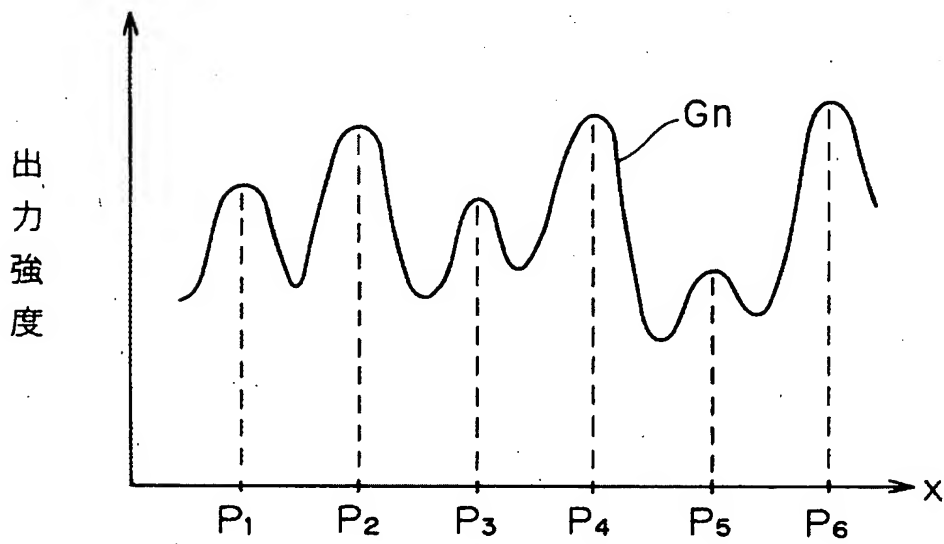
【図 1 2】



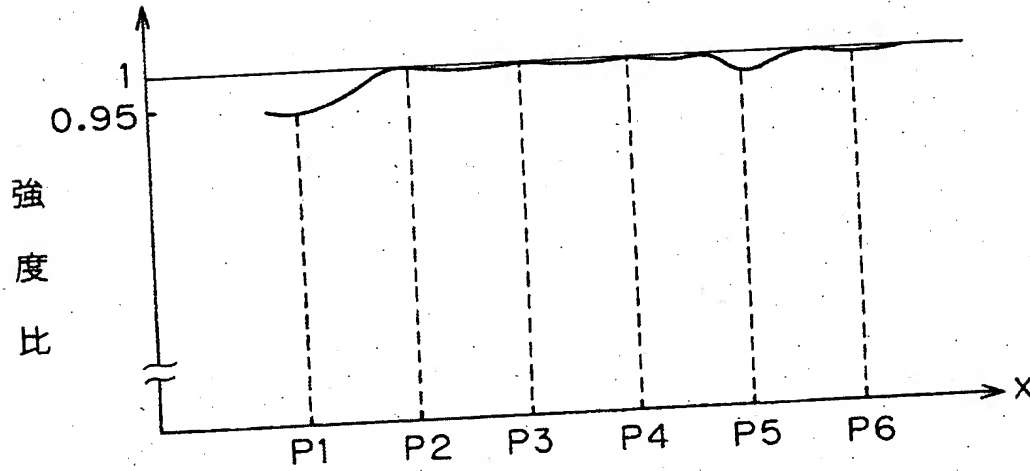
【図13】



【図14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フラッシュランプの劣化を確実に検出することができる熱処理装置を提供する。

【解決手段】 複数のフラッシュランプから照射されて対応する光ファイバー20によって導かれた導入光を、光拡散板34、第1のレンズ31、フィルター33、第2のレンズ32を通過させてCCD25のCCDセル36上に結像させる。これにより、各フラッシュランプから照射された光強度に応じた電気信号を安定して取り出すことができる。そのため、標準発光強度と半導体ウェハWへのフラッシュ加熱を行うときの複数のフラッシュランプのそれぞれから出射される光の強度と標準発光強度との強度比によって各フラッシュランプの照射状態を判断する場合、強度比のバラツキを抑制することができるため、フラッシュランプの照射状態を正確に把握することができる。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000207551]

1. 変更年月日 1990年 8月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の  
1

氏 名 大日本スクリーン製造株式会社